

## OPTIMALIZACE KONSTRUKCE KOREČKOVÝCH DOPRAVNÍKŮ

Autor: Ing. Martin Jonák  
Oponent: prof. Ing. Jiří Zegzulka, CSc.  
Institut dopravy, VŠB TU Ostrava

Celkově je práce zdařile sepsána. Chyby v textech se nevyskytují. Je zřejmé, že autor práci věnoval spousty času. Úprava je přehledná.

Celá práce se skládá ze tří hlavních částí. První část se věnuje teoretickému pojednání a možným způsobům fungování výsypu korečku. Tato část je založena čistě na teoretické bázi vycházející zřejmě ze zkušeností našich předků s dopravou ideální kapaliny a později s lehce tekoucími sypanými materiály. Je zde teoretické pojednání o jádru Discrete Element Method. Tato část je uzavřena vytvořeným programem uživatelského rozhraní výpočetního nástroje. Výpočetní nástroj využívá teoretického základu křivek popisující tvar povrchu materiálu v korečku. V popisech textů několika kapitol se velmi často vyskytuje nadměrná koncentrace informací, které nejsou zcela srozumitelně vysvětleny pro laického čtenáře a hodně informací se odkazuje na budoucí následující stránky. Tím někdy čtenář ztrácí přehled o řešené problematice a jejím smyslu.

Druhá část je zaměřena na experimentální zjišťování vstupních parametrů pro simulace. Autor si vybral zástupce různých tvarů částic. Podrobné odlišnosti a problematika měření jiných tvarů než kulových není v práci detailně rozebrána. Způsoby užití některých modelů nejsou popsány vůbec. Až v dalších částech práce se čtenář teprve dozví důvody nedůležitosti některých naměřených hodnot. Z některých měření není zcela jasný způsob získání dat. Výstupy z DEM experimentů a kamerového záznamu jsou obrazově přehledně zpracovány. Metody použité v experimentech by však mohly být autorem více rozebrány. Nejsou řešeny například plochy s výskytem vektorů, jejich velikosti, vzdálenosti, kalibrace obrazu, průměrné rychlosti částic a další. Pro popis metod použitých v této práci, a hlavně obsah disertační práce se zdají však dostatečné.

Třetí část je zaměřena na tvorbu modelu z modelu a optimalizace. V práci je zmíněný zřejmě obecný popis metodik tvorby modelu. Není zcela jasné, jakým způsobem bylo aplikováno a využito těchto metod. Na laického čtenáře může tato část působit zcela bezvýznamně. Zdá se, že předmětem je optimalizace tvaru korečku pro gravitační a odstředivé vyprazdňování, ale není jasné, zda se jedná o DEM model celého zařízení (celého korečkového dopravníku), nebo o zkušební model, který byl použit v první části práce v experimentech. Druhá varianta by připadala více v úvahu, jelikož by bylo možno porovnat data z reálných experimentů. V práci tomu tak ale není. Dále chybí využitelnost a odůvodnění pro současnou praxi. Zda nově využívané metody autorem lze aplikovat a využít v praxi v globálním měřítku celé konstrukce korečkového dopravníku. Třetí část práce je psána spíše v rovině abstraktní a pro většinu čtenářů bude náročná na jejich představivost. Autor se velmi často odkazuje na další zdroje. Ne vždy je však jasné, zda některé texty jsou převzaty, nebo je pisatel disertační práce autorem textů, nebo snad myšlenek a metod v textech. Předložená práce jinak splňuje požadavky na úroveň disertační práce kladené a k obhajobě doporučuji zodpovědět následující dotazy.

- 1) V abstraktu má autor uvedeno: *Cílem práce je také stanovení mezí platnosti některých klasických matematicko-fyzikálních popisů.* Jaký konečný dopad byl těchto mezí na optimalizace konstrukcí korečkových dopravníků.
- 2) V práci je uvedeno, že koeficienty částic jako modul pružnosti v tahu a Poissonova čísla jsou určeny pro popis elastického kontinua. Str. 47. Součinitel tření není veden jako hodnota pro popis kontinua? Jak se toho využívá?
- 3) Na Str. 20.  
*Jednotlivé úlohy jsou pak záměrně sestaveny tak, aby je bylo možné experimentálně ověřit na Zařízení pro kreativní systém tvorby matematických popisů obecných procesů. Konkrétně se jedná o úlohy, které jsou zaměřené na proces vyprazdňování korečku a jsou zde postupně použity oba výše uvedené přístupy.*  
Co je tím myšleno (není podrobně vysvětleno). Jaká jsou omezení zařízení pro kreativní systém... Jaký je přesný důvod a záměr autora si sestavovat úlohy.
- 4) Na Str. 59. Není zcela jasné, jak to bylo autorem myšleno a také v práci provedeno pro kulové a další částice. Jak spolu text A a B souvisí?  
Text A  
*Koeficienty restituce byly vypočteny jako druhá odmocnina podílu výšky prvního odrazu k výšce prvního dopadu kuličky na podložku. Tyto výšky byly získány z videozáznamu odrazu kuličky. Konkrétně se tedy jedná o koeficienty restituce v normálovém směru.*  
Text B  
*V případě vytvořeného materiálového modelu pro kulové částice nebyl, na rozdíl od kuliček, koeficient restituce měřen přímo, nýbrž jeho hodnota byla iterativně nastavena až při identifikaci hodnot parametrů tohoto modelu.*
- 5) Str. 60. Není zcela jasné, jakým způsobem probíhá měření třecího úhlu mezi kulovými částicemi (Obr. 4.6b). Od úhlu sklonu základní desky s částicemi, kdy dojde k pohybu částic se odečítá úhel 35, 264°? Dojde k pohybu v okamžiku náklonu základní desky o úhel 35, 264°? Pokud by nebyl výsledný pohyb desky z částic přímkový, je možno na tuto úlohu aplikovat definice nakloněné roviny?  
Tabulka 4.1  
Jsou v ní hodnoty restituce měřené nebo odvozené? Viz. Dotaz na str. 59 a měření restituce mezi kulovými částicemi.
- 6) Na straně 59.  
*Mechanicko-fyzikální vlastnosti hracích kostek byly získány obdobným způsobem jako v případě bílých plastových kuliček a jsou uvedeny v tab. 4.2.*  
Zde se může čtenář pouze domnívat, že nebyl použit způsob na (Obr. 4.6b). Tedy jakým způsobem (obdobným) byly řešeny tyto úlohy?
- 7) V práci je řešen výpočetní nástroj využívající vnitřní tření, konstantní a proměnné. V jakém rozsahu bylo uvažováno s proměnlivostí hodnoty vnitřního tření? Jaký by byl dopad proměnlivosti úhlu vnitřního tření daného rozsahu?
- 8) Jakým způsobem se řeší a využívá koeficient restituce normálový a tangenciální. Proč nebylo v práci nakonec využito? Str. 47.
- 9) Na straně 53. je napsáno: *Kritérium optimalizace může být geometrické omezení, nebo omezení hodnoty provozního, popř. materiálového parametru.* Co si má pod touto definicí čtenář konkrétně představit a jakou to má souvislost se vstupními parametry? Která hlavní omezení autor ověřoval?
- 10) Str. 56. proč nebylo využito i možnosti textového výstupu a byly použity jen grafické?
- 11) Existují zanedbatelné rozdíly v porovnání procesu vyprazdňování při použití korečku bez bočních stěn oproti korečku s bočními stěnami?

- 12) Výsledky z měření na str. 61. byly vytvořeny z kolika měření?
- 13) Z jakého materiálu jsou hrací kostky? Byl pro tyto částice v DEM nastaven jiný koeficient valivého tření než pro kulové částice? V čem se částice hracích kostek odlišují od použitých kulových částic. Jakým způsobem byla posouzena tokovost hracích kostek?
- 14) Jakým způsobem byl řešen model částic Obr. 4.8 d) a e) v DEM?
- 15) Na Str. 66.  
*Jako materiál jsou použity kulové částice o průměru 10 mm. Ostatními parametry tento materiál odpovídá změřeným parametrům výše uvedených bílých plastových kuliček. Průměr částic byl zvětšen z důvodu snížení vysoké časové náročnosti pro případ, pokud by byly použity částice o jmenovitém průměru 6mm. Z tohoto důvodu se jedná o fiktivní materiál, který by se však měl svými vlastnostmi podobat tvrdým plastovým kuličkám.*  
 Pokud byl měněn pouze parametr průměru částice. Měla tato změna jistě vliv na celkový objem částic, pokud nebyla změněna i hustota. Jak byly tyto odlišnosti zohledněny?
- 16) Str. 66.  
*Pohyblivé prvky jsou korečky, které jsou rovněž tvořeny pouze funkčními plochami.*  
 Má nepoužití nefunkčních ploch koreček vliv na výsledky simulace? Autor v práci neuvedl, jaké nefunkční plochy koreček byly odstraněny.
- 17) Str. 71 – Popis – píše o deseti experimentech, ze kterých byly vybrány nakonec jen 4. Jaké je odůvodnění tohoto počtu?
- 18) Jakým způsobem byly získávány data pro vytvoření průběhů v čase? Obr. 6.6. Pro experiment, DEM simulace a výpočet?
- 19) Str. 77.  
 O jaký parametr se konkrétně jedná pro: *Vektor hodnot parametrů materiálových modelů?*
- 20) Proč je vzhledem k možnostem experimentálního zařízení rozsah použitelnosti omezen spíše na gravitační způsob? Čím je to způsobeno a jaké je řešení?
- 21) Poměr  $Q_{out}/Q_{in}$  se nevztahuje na celý dopravník (vstup a výstup)? Jaké materiály vstupují do optimalizace (6 mm nebo 10 mm kuličky, které tvary z Obr. 4.8)? Jak je hodnocena efektivita plnění a vyprazdňování u optimalizace tvaru korečku? Lze to aplikovat na systém koreček a optimalizaci jejich rozteče v rámci celého zařízení? Pokud ano, tak proč toho nebylo tak využito?
- 22) Zaručí optimální tvar korečku efektivní provozní vlastnosti celé konstrukce zařízení?

Závěr:

Předložená doktorská disertační práce má požadovanou kvalitu a je v souladu s předkládanými cíli. Doktorand prokázal teoretické znalosti a přehled v příslušných oblastech, především v oblasti možnosti využití simulačních metod při výzkumu vlastností partikulárních hmot a jejich chování při dopravě. Práce splňuje svým obsahem, rozsahem i z hlediska stanovených cílů potřebné náležitosti a je v souladu se zákonem 111/1998 Sb.

Proto ji doporučuji k obhajobě. V případě úspěšné obhajoby doporučuji udělení titulu Ph.D.

Prof. Ing. Jiří Zegzulka, CSc.

Institut dopravy, VŠB TU Ostrava